

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

大学院 電気通信学 研究科 博士前期課程			電子工学 専攻
氏 名	五十嵐 正典		学籍番号 0632003
論 文 題 目	ナノスケールの摩擦機構：マルチティップ効果		
要 旨			
<p>結晶表面のナノスケールコンタクト(ナノコンタクト)のすべり摩擦機構の解明は、今後のナノサイエンス、ナノテクノロジーの発展に重要な研究課題である。最近、摩擦力顕微鏡 (Friction Force Microscope; FFM)を用いて、ティップ先端と基板間のナノコンタクトのすべり摩擦が消失する現象(超潤滑現象)が見出されている。本研究では結晶表面のナノコンタクトの超潤滑機構解明を目指して、摩擦力の接触サイズ、接触部の堅さ、格子不整合、温度依存性を明らかにすることを目的とする。</p> <p>基板上を一定速度でスキャンするFFMに対して、Frenkel-Kontrova-Tomlinson(FKT)モデルを用いて摩擦機構の解析を行った。FKTモデルにおいて、FFMティップ先端原子層(クラスタ原子)はN(クラスタサイズ)個の原子からなり各々の原子は基板の周期的なポテンシャルを感じる。クラスタ原子は、カンチレバー、ティップ弾性変形部を通して、FFM支持点とバネ定数k_1のバネでつながれているものと仮定する。またクラスタ原子はバネ定数k_2のバネで互いにつながれているものと仮定する。支持点座標を一定速度でスキャンし、クラスタ原子それぞれに対する運動方程式の解を求める分子動力学シミュレーションを行った。クラスタ原子それぞれの座標から摩擦力を求め、摩擦力のクラスタサイズ(N)、クラスタ原子間の堅さ(k_2)、格子不整合(基板の格子定数とクラスタ原子間隔の比)、温度依存性を調べた。</p> <p>クラスタ原子間が堅いときは、特定のクラスタサイズ(マジックサイズ)で極めて小さい平均摩擦力が得られ、マジックサイズが存在することがわかった。過去の研究の解析結果よりマジックサイズは主に格子不整合によってきまるものと予想されてきたが、クラスタ原子間の堅さにも依存することがわかった。摩擦力の温度依存性については、クラスタ原子間の堅さが大きく影響していることがわかった。クラスタサイズN(クラスタ原子数)が2以上の時、クラスタ原子間相互作用が弱いときほど温度効果による熱ホッピングが増大することがわかった。熱ホッピングの増大により摩擦力は減少し、クラスタ原子内の内部励起による超潤滑が起こることを理論的に示すことができた。</p>			